

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Juni 2005 (23.06.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/056311 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B60C 23/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/002773

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Dezember 2004 (13.12.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 58 277.0 11. Dezember 2003 (11.12.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **CONTI TEMIC MICROELECTRONIC GMBH**
[DE/DE]; Sieboldstrasse 19, 90411 Nürnberg (DE). **CON-
TINENTAL AG** [DE/DE]; Vahrenwalder Strasse 9, 30165
Hannover (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHILLINGER,**

Jakob [DE/DE]; Lisztstrasse 9, 85080 Gaimersheim (DE).
VON LUTZ, Rainer [DE/DE]; Stuttgarter Strasse 141,
73230 Kirchheim (DE). **CYLLIK, Adrian** [DE/DE]; Am
Traubenfelde 5, 30159 Hannover (DE). **LEHMANN, Jörg**
[DE/DE]; Ungerstrasse 23, 30451 Hannover (DE).

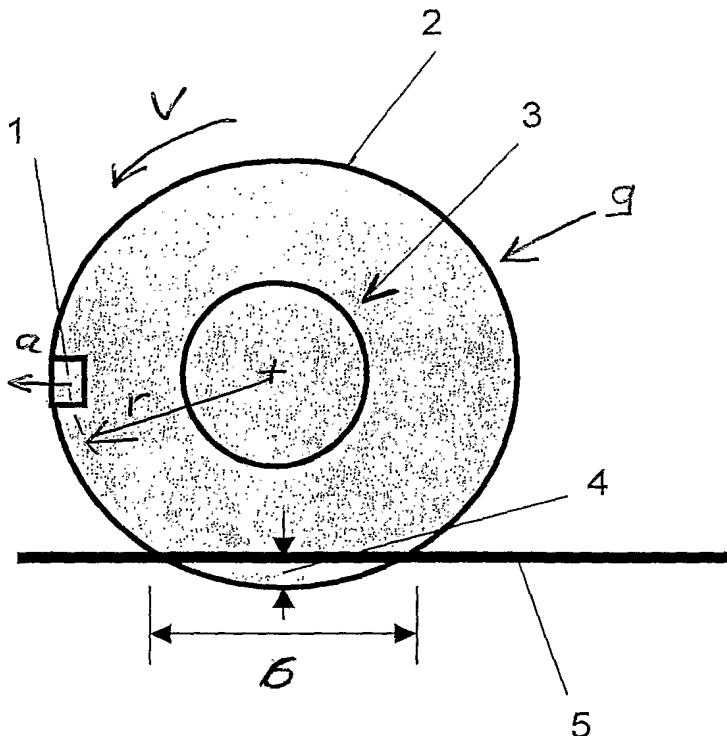
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SENSOR TRANSPONDER AND METHOD FOR MEASURING TIRE CONTACT LENGTHS AND WHEEL LOAD

(54) Bezeichnung: SENSORTRANSPONDER UND VERFAHREN ZUR REIFENAUFSTANDSLÄNGEN- UND RADLAST-
MESSUNG



(57) Abstract: The invention relates to a sensor transponder (1) and to a method for calculating a tire contact length (6). The sensor transponder (1), together with at least one acceleration sensor, is mounted on the inside of a tread (2) of a tire (9). The signals of the acceleration sensor are integrated with predetermined threshold values and subsequently integrated, whereby the determination of the tire contact length (6) ensues after a quotient formation in a manner that is independent of the speed.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Sensortransponder (1) und ein Verfahren zur Berechnung einer Reifenaufstandslänge (6). Der Sensortransponder (1) ist mit zumindest einem Beschleunigungssensor an der Innenseite einer Lauffläche (2) eines Reifens (9) angeordnet. Die Signale des Beschleunigungssensors werden mit vorgegebenen Schwellenwerten verglichen und anschließend integriert, wobei nach einer Quotientenbildung geschwindigkeitsunabhängig die Ermittlung der Reifenaufstandslänge (6) erfolgt.

WO 2005/056311 A2



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Sensortransponder und Verfahren zur Reifenaufstandslängen- und Radlastmessung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Sensortransponder und ein Verfahren zur Reifenaufstandslängen- und Radlastmessung.

Aus der deutschen Patentschrift DE 44 02 136 C2 ist bereits ein im Fahrzeugreifen angeordneter Sensortransponder bekannt, der einen Beschleunigungssensor und einen Temperatursensor aufweist.

Aus der US 4,246,567 ist ein Sensortransponder mit einem Drucksensor bekannt.

Aufgabe der Erfindung ist die einfache und kostengünstige Berechnung der Reifenaufstandsfläche, da diese als „wirksame“ Kontaktfläche des Reifens mit der Fahrbahn sowohl das Traktionsverhalten (Kraftübertragungsverhalten, Bremsverhalten) als auch die Reibungsverluste wegen Walkarbeit signifikant beeinflusst. Ferner soll eine hierzu geeignete Vorrichtung geschaffen werden.

Diese Aufgabe wird durch einen Sensortransponder mit den Merkmalen von Anspruch 1 und ein zugehöriges Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 8 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

In der nachfolgenden Beschreibung werden die Merkmale und Einzelheiten der Erfindung in Zusammenhang mit den beigefügten Zeichnungen anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dabei sind in einzelnen Varianten beschriebene Merkmale und Zusammenhänge grundsätzlich auf alle Ausführungsbeispiele übertragbar. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Anordnung eines erfindungsgemäßen Sensortransponders mit einem Beschleunigungssensor in einem Reifen,
- Fig. 2 ein Diagramm, in dem der Verlauf der Zentrifugalbeschleunigung in Abhängigkeit vom Umdrehungswinkel des Reifens dargestellt ist,
- Fig. 3 fünf weitere Diagramme zur Auswertung der Signale des Sensortransponders bei einem Beschleunigungssensor mit Tiefpass-Verhalten gemäß einer ersten Ausführungsform und
- Fig. 4 fünf Diagramme zur Auswertung der Signale eines Sensortransponders mit einem Beschleunigungssensor mit differenzierendem Verhalten gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Gemäß Fig. 1 ist ein Transponder bzw. Sensortransponder 1 zur Messung einer Reifenaufstandslänge 6 erfindungsgemäß auf der Innenseite einer Reifenlaufläche 2 befestigt. Mittels des Transponders 1 können Daten zu einer oder mehreren beispielsweise am Fahrzeug angeordneten Sende- und Empfangsantennen (nicht dargestellt) drahtlos übertragen werden. Diese Daten

können dann beispielsweise an eine übergeordnete Zentraleinheit (nicht dargestellt) als Digitalwert oder auch als auf einen HF-Träger aufmoduliertes Signal (Phasen-, Frequenz-, Amplituden- oder Lastmodulation) übertragen werden. Sinnvollerweise, aber nicht notwendigerweise, kann insbesondere in der Zentraleinheit ein Vergleich zwischen den Einzeldaten bzw. Signalen sowie beispielsweise eine Korrektur des Reifentyps, der Temperatur, des Reifendrucks etc. sowie eine Weiterleitung an übergeordnete Systeme durchgeführt werden.

Der Transponder 1 umfasst zumindest einen Beschleunigungssensor (nicht dargestellt). Die Beschleunigungsmessung kann beispielsweise nach kapazitivem (Mikromechanik, Feder-Masse-flächen), piezoresistivem (Mikromechanik, DMS-seismische Masse), ferroelektrischem (magnetische Flussänderung), induktivem (Feder-Magnet-Induktion), elektrodynamischem (Feder-Elektromagnet) oder nach dem piezoelektrischem Prinzip (Material: insbesondere Quarz, Piezokeramik oder Piezofolie; Verfahren: insbesondere Biegung, Axial, Torsion oder Scherung) erfolgen.

Bei zusätzlich generatorisch wirkenden Messprinzipien, wie beispielsweise den piezoelektrischen, kann die Beschleunigungsenergie zusätzlich den Transponder 1 mit Energie versorgen sowie einen elektrischen Pufferspeicher aufladen. Insbesondere bei Erreichen hinreichender Energie können die Messsignale dann an die Empfangsantenne bzw. die Zentraleinheit übertragen werden.

Der zumindest eine Beschleunigungssensor kann auch zusätzlich zur Triggerung der Signalübertragung verwendet werden, da zur Schonung einer Batterie nur bei Fahrt eine Messung wichtig

bzw. sinnvoll ist. Zusätzlich kann auch die Winkellage des Sensortransponders 1 ermittelt werden und aus dieser Kenntnis ein günstiger Zeitpunkt für die optimale Überlappung der korrespondierenden Sende- und Empfangsantenne(n) bestimmt werden.

Gemäß Fig. 1 wird eine Einsenkung 4 des Reifens 2 von der Radlast, dem Reifentyp (Abmessungen, Aufbau, Material etc.) und dem Reifeninnendruck bestimmt. Diese Einsenkung 4 führt zu einer bestimmten Reifenaufstandslänge 6 auf einer Fahrbahn 5.

Durch die Befestigung auf der Innenseite der Lauffläche 2 wird der Transponder 1 dem in Fig. 2 für eine vollständige Umdrehung, d.h. einen Umdrehungswinkel von 0° bis 360°, dargestellte Verlauf 7 der Zentrifugalbeschleunigung a ausgesetzt. Auf einen rein theoretisch an einer Felge 3 montierter Sensortransponder würde hingegen der in Fig. 2 ebenfalls dargestellte, kontinuierliche Verlauf 8 der Zentrifugalbeschleunigung a wirken.

Die Zentrifugalbeschleunigung a berechnet sich gemäß der folgenden bekannten Formel:

$$a = v^2/r$$

Dies bedeutet, dass die Zentrifugalbeschleunigung a bei einem konstanten Radius r (wenn Transponder auf der Felge 3 angeordnet wäre) und konstanter Geschwindigkeit v ebenfalls konstant ist (Beschleunigungsverlauf 8). Im Bereich der Reifenaufstandslänge 6 wirkt wegen der Montage auf der inneren Mantelfläche bzw. der Innenseite der Reifenlauffläche 2 keine Zentrifugalbeschleunigung 7 auf den Sensortransponder 1, da der

Radius r hier gegen Unendlich geht. Beim Eintritt des Sensortransponders 1 in den Bereich der Reifenaufstandslänge 6 verringert sich der Radius r zunächst, so dass es hier zu Beschleunigungsspitzen kommt. Entsprechendes gilt für den Austritt des Sensortransponders 1 aus dem Bereich der Reifenaufstandslänge 6.

Messtechnisch kann die Reifenaufstandslänge oder auch Latschlänge 6 erfindungsgemäß durch die Auswertung der in Fig. 2 gezeigten Zentrifugalbeschleunigung 7 des Sensortransponders 1 ermittelt werden. Hierzu wird zunächst mittels des zumindest einen Beschleunigungssensors der zeitliche bzw. winkelabhängige Verlauf der Beschleunigung a erfasst und in einen korrespondierenden Spannungsverlauf umgewandelt. Über eine in Zusammenhang mit Fig. 3 und Fig. 4 näher erläuterte Schwellenwert- und Gradientenauswertung kann dann erfindungsgemäß die zur Vollumdrehung relative und geschwindigkeitsunabhängige Reifenaufstandslänge 6 berechnet werden.

Aus der Kenntnis des Reifentyps kann dann mit hinreichender Genauigkeit auch die Reifenaufstandsfläche (Latsch) berechnet werden. Eine weitere wichtige Einflussgröße, die Radlast, kann anschließend mit Hilfe des Reifeninnendrucks, der Temperatur und der Reifenaufstandsfläche berechnet werden.

Aus dem Vergleich dieser Einzelergebnisse (Reifenaufstandslänge 6, Radlast, Reifenaufstandsfläche) über die gesamte Bereifung, also alle Räder, kann mit Vorteil auf relativ zu einander und/oder absolut fehlerhafte Reifendrucke geschlossen werden. Des weiteren können die Radlast und die Reifenaufstandslänge 6 auf vorgegebene Grenzwerte überprüft und deren Über-

schreitung gespeichert und gegebenenfalls angezeigt werden. In der weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung können diese Informationen dann beispielsweise einer Antriebsstrang-Elektronik zur Optimierung der Motor-Getriebe-Einstellung, einer Fahrwerkselektronik zur Einstellung der Dämpfer-Feder-Charakteristik und/oder einer elektronischen Bremse zur Anpassung der Bremskoeffizienten bereitgestellt werden.

Die absolute (zeitbezogene) oder relative (winkelbezogene) Reifenaufstandslänge 6 kann dazu beispielsweise an die übergeordnete Zentraleinheit als Digitalwert oder als auf den HF-Träger aufmoduliertes Signal (Phasen-, Frequenz-, Amplituden- oder Lastmodulation) übertragen werden.

Die Auswertung kann beispielsweise auf die nachfolgend in Zusammenhang mit Fig. 3 und Fig. 4 beschriebenen Weisen erfolgen. Gemäß Fig. 3 wird bei einem DC-fähigen (DC = Gleichstrom) Beschleunigungssensor mit Tiefpassverhalten die Zentrifugalbeschleunigung 10 mit einem Beschleunigungssensor (Ausgangssignal 11) erfasst und mit Hilfe einer Komparatorschwelle 12 digitalisiert. In Fig. 3 nicht dargestellt sind beispielsweise überlagerte Vertikalbeschleunigungen, die von der Beschaffenheit der Fahrbahn 5 (Fig. 1) herrühren können.

Das Ausgangssignal 13 des Komparators steuert einen Integrierer 14, der in Analogtechnik (OPAMP und/oder RC-Glieder) oder Digitaltechnik (Zähler) realisiert werden kann und dessen latschgesteuerter Endwert (markiert durch dicke Pfeile 16) bis zum Abschluss der Periode gespeichert wird. Mit der jeweils positiven Flanke des Komparatorausgangs wird ein weiterer Integrierer 15 gestartet, gestoppt und gespeichert. Dessen Aus-

gangssignal (markiert durch dicke Pfeile 16) stellt ein Maß für die Umdrehungsdauer des Reifens 9 dar. Die Quotientenbildung der Signale 14 und 15 bzw. dieses Spannungsverhältnis ergeben die auf den Reifenumfang bezogene relative Reifenaufstandsänge 6, die somit unabhängig von der Geschwindigkeit v bzw. der Drehzahl ist. Anstelle des Integrierers 15 kann auch die Raddrehzahl zur Berechnung herangezogen werden.

Die Signalauswertung eines dazu alternativen, nicht DC-fähigen Beschleunigungssensors mit differenzierendem Verhalten ist in Fig. 4 dargestellt, wobei identische bzw. ähnliche Bauteile oder Signalverläufe mit den gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 3 versehen sind. Dabei wird das Ausgangssignal 11 des Beschleunigungssensors in vergleichbarer bzw. ähnlicher Weise gegen Schwellwerte verglichen und ausgewertet. Insbesondere erfolgt wieder die Quotienten- bzw. Verhältnisbildung der Signale 14 und 15, wodurch die Reifenaufstandsänge 6 unabhängig von der Geschwindigkeit v ermittelt werden kann.

Diese beiden erfindungsgemäßen Verfahren ermitteln zwar direkt die Reifenaufstandsänge 6, aus der Kenntnis des Reifentyps kann aber mit hinreichender Genauigkeit auch die Reifenaufstandsfläche (Latsch) berechnet werden. Eine weitere wichtige Einflussgröße, die Radlast, kann dann mit Hilfe des Reifeninnendrucks, der Temperatur und der Reifenaufstandsfläche berechnet werden. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Sensortransponders 1 und insbesondere dessen besonderer Anordnung können die entsprechenden Daten gewonnen werden. Es können also in vorteilhafter Weise aus der Reifenaufstandsänge 6 durch Bezug zum bzw. in Abhängigkeit vom Reifeninnendruck, der Raddrehzahl und/oder dem verwendeten Reifentyps erfindungsgemäß

auch die Reifenaufstandsfläche und die Radlast berechnet werden.

In einer bevorzugten, vollen Ausbaustufe umfasst der Sensortransponder 1 neben dem zumindest einen Beschleunigungssensor vorzugsweise auch Sensoren für Temperatur und Druck sowie einen Speicher für die reifenspezifischen Parameter.

Im folgenden werden nochmals die wesentlichen Merkmale und vorteilhaften Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Sensortransponders 1 aufgeführt. Die Montage des Transponders 1 erfolgt erfindungsgemäß auf der Innenseite der Lauffläche 2 des Reifens 9. Er weist zumindest einen Beschleunigungssensor zur oben beschriebenen Messung der Reifenaufstandslänge 6 auf. Zusätzlich kann am Sensortransponder 1 ein Speicher für die reifenspezifischen Parameter zur Berechnung der Reifenaufstandsfläche integriert sein. Weiterhin umfasst der Transponder 1 optional einen Drucksensor zur Reifendrucküberwachung und zur Radlastberechnung. Zusätzlich kann auch ein Temperatursensor zur Temperaturmessung und Korrektur der Messwerte am Sensortransponder vorgesehen sein.

Betzugszeichenliste:

- 1 Sensortransponder
 - 2 Reifenlauffläche
 - 3 Felge
 - 4 Einsenkung
 - 5 Fahrbahn
 - 6 Reifenaufstandslänge
 - 7 Zentrifugalbeschleunigung
 - 8 Zentrifugalbeschleunigung
 - 9 Reifen
 - 10 Zentrifugalbeschleunigung
 - 11 Ausgangssignal Beschleunigungssensor
 - 12 Komparatorschwelle
 - 13 Ausgangssignal Komparator
 - 14 Integrierer
 - 15 Integrierer
 - 16 Endwert bzw. Ausgangssignal (dicke Pfeile)
-
- a Zentrifugalbeschleunigung
 - r Radius
 - v Geschwindigkeit

Patentansprüche

1. Sensortransponder (1) mit einer Einrichtung zur Übertragung von Messdaten aus einem Reifen (9) an eine Empfangseinrichtung und zumindest einem Beschleunigungssensor, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensortransponder (1) auf einer Innenseite der Lauffläche (2) des Reifens (9) vorgesehen ist.
2. Sensortransponder (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Empfangseinrichtung eine vorzugsweise in einem Fahrzeug angeordneten Empfangsantenne vorgesehen ist.
3. Sensortransponder (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Empfangsantenne auch als Sendeantenne ausgebildet ist.

4. Sensortransponder (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensortransponder (1) einen Speicher für reifenspezifische Parameter aufweist.
5. Sensortransponder (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensortransponder (1) zumindest einen Drucksensor aufweist.
6. Sensortransponder (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensortransponder (1) zumindest einen Temperatursensor aufweist.
7. Sensortransponder (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Zentraleinheit vorgesehen ist und die Auswertung der Signale des Sensortransponders (1) in der Zentraleinheit erfolgt.
8. Verfahren zur Berechnung einer Reifenaufstandslänge (6), wobei ein Sensortransponder (1) mit zumindest einem Beschleunigungssensor an der Innenseite einer Lauffläche (2) eines Reifens (9) angeordnet werden, die Signale des Beschleunigungssensors mit Schwellenwerten verglichen und anschließend integriert werden und durch Quotientenbildung geschwindigkeitsunabhängig die Ermittlung der Reifenaufstandslänge (6) erfolgt.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der Reifenaufstandslänge (6) mittels reifenspezifischer Parameter die Reifenaufstandsfläche (Latsch) berechnet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass**
aus der Reifenaufstandsfläche und dem Reifendruck die
Radlast berechnet wird.

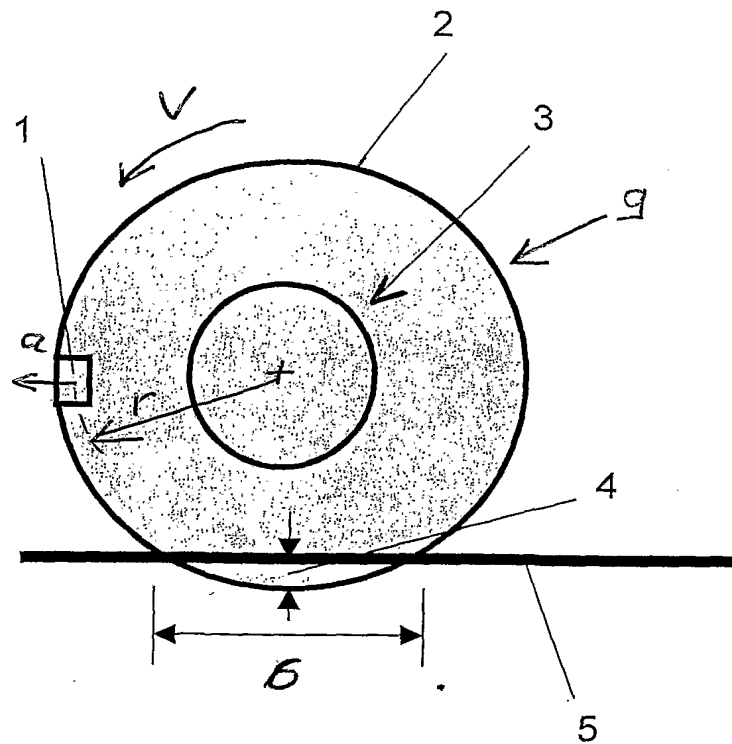


Fig. 1

Zentrifugalbeschleunigung Transponder

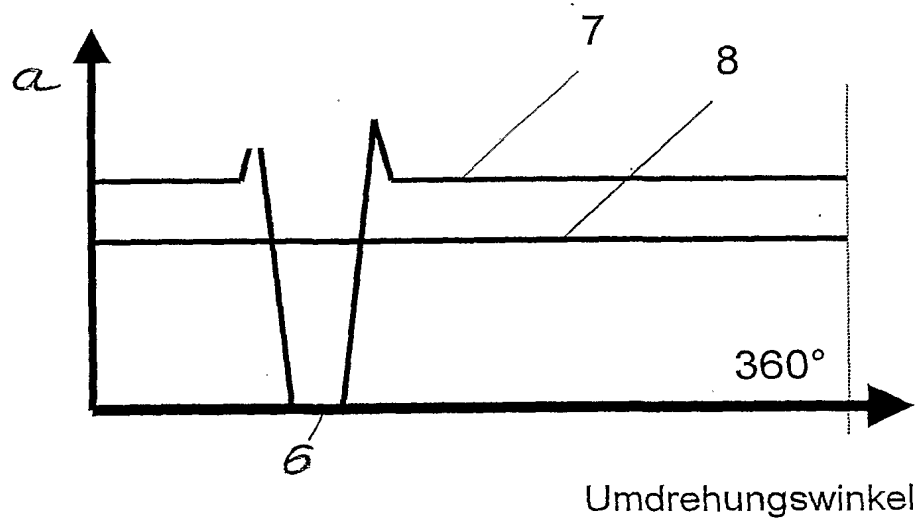


Fig. 2

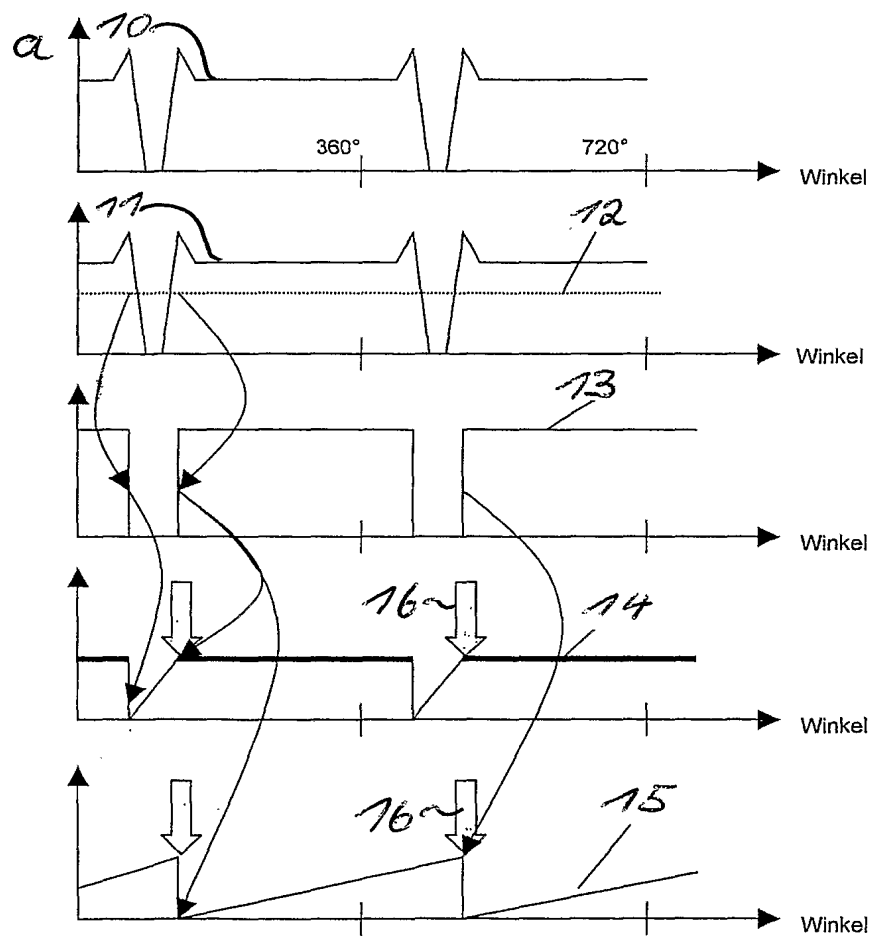


Fig. 3

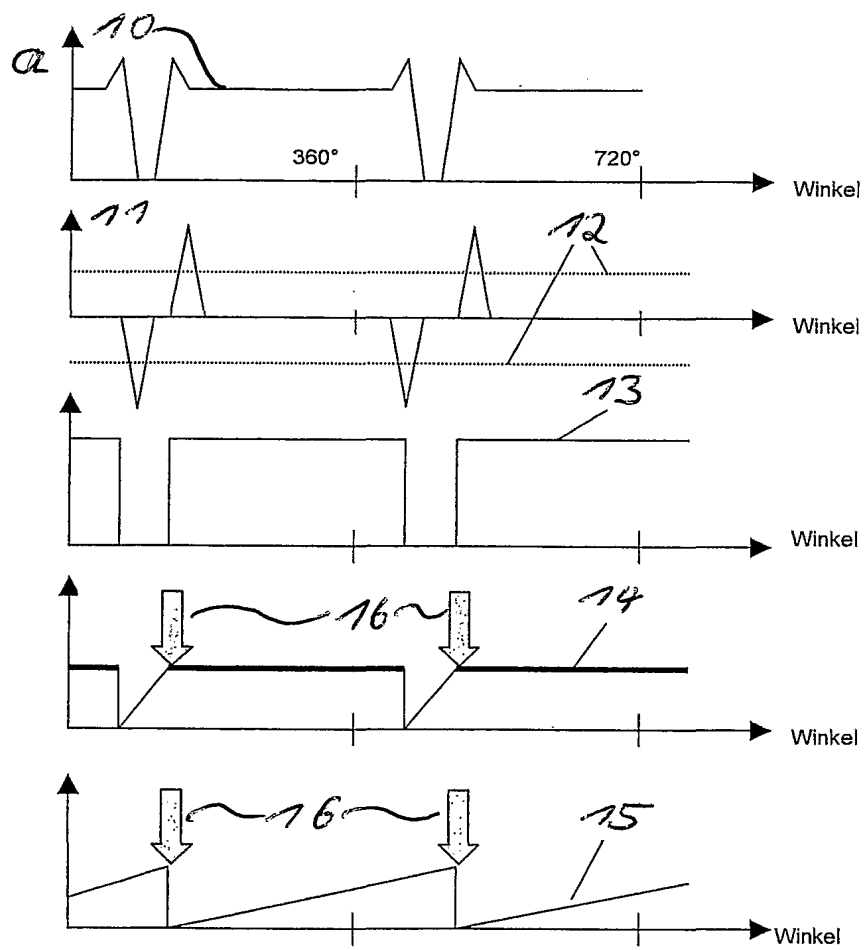


Fig. 4